

Tuotannon kuormituksen simulointijärjestelmä

Pasi Heiskanen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Pasi Heiskanen	
Työn nimi Tuotannon kuormituksen simulointijärjestelmä	
Päiväys 22.5.2012	Sivumäärä/Liitteet 34/12
Ohjaaja(t) lehtori Sami Lahti, projektipäällikkö Antti Alonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Junttan Oy / tuotantopäällikkö Juha Petjala	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää tuotannon kuormituksen simulointijärjestelmä Junttan Oy:lle. Järjestelmän täytyi toimia Junttanin IFS:ssä ja järjestelmästä piti kirjoittaa määrittelydokumentti mahdollista jatkokehitystä varten. Käyttöliittymään kehitettiin toimintoja asiakkaan toivomuksen mukaan.</p> <p>Järjestelmä koostui IFS:stä (toiminnanohjausjärjestelmä), käyttöliittymästä ja Microsoft SQL Server 2008 R2 Expressistä (järjestelmän tietokanta). Käyttöliittymä ohjelmointiin käytettiin Microsoft Visual Studio 2010 ja WPF:ää (Windows Presentation Foundation). Tietokannan datojen käsittelyyn käytettiin LINQ:a. IFS:stä noudettiin dataa käyttämällä IAL-objekteja, jotka oli valmiiksi luotu tätä työtä aloittaessa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kehitettyä lähes valmis järjestelmä. Järjestelmän kehitys jatkui vielä pari viikkoa opinnäytetyön jälkeen, jonka aikana materiaalien laskuja ja päivien laskujärjestys viimeisteltiin. Määrittelydokumentin ja käyttöohjeiden kirjoittaminen tehtiin vasta opinnäytetyön jälkeen.</p>	
Avainsanat WPF, simulointi, järjestelmä, käyttöliittymä	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Pasi Heiskanen			
Title of Thesis Production Load Simulation System			
Date	22 May 2012	Pages/Appendices	34/12
Supervisor(s) Mr. Sami Lahti, Lecturer, Mr. Antti Alonen, Project Manager			
Client Organisation/Partners Junttan Oy / Mr. Juha Petjala, Production Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to build a production load simulation system for Junttan Oy. The system had to work with Junttan's IFS and a specification document had to be written of the system. All GUI functions were developed according to the customer's requirements.</p> <p>The system consists of IFS (an ERP system), GUI and Microsoft SQL Server 2008 R2 Express (a system database). The GUI was built by using Microsoft Visual Studio 2010 and WPF (Windows Presentation Foundation). LINQ was used in database processing. IAL objects, which had been created before this thesis was started, were used in data fetching from IFS.</p> <p>The result of this thesis was an almost ready system. The system development continued for about two weeks. The specification document and system manual will be written after this thesis.</p>			
Keywords WPF, Simulation, System, GUI			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Junttan Oy:lle. Työ aloitettiin syksyllä 2011 ja se päättyi keväällä 2012. Työ oli kiinnostava ja siinä riitti haastetta koko opinnäytetyön ajalle. Opin opinnäytetyön aikana myös paljon sovelluksen kehittämisestä

Haluaisin kiittää työn valvojia lehtori Sami Lahtea ja projektipäällikkö Antti Alostaa Savonia-ammattikorkeakoulusta. Kiitokset kuuluvat myös Junttan Oy:lle ja Junttanin yhteyshenkilölle tuotantopäällikkö Juha Petjalalle, jotka mahdollistivat tämän opinnäytetyön tekemisen.

Kuopiossa 22.5.2012

Pasi Heiskanen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9
2	JUNTTAN OY.....	10
3	TEKNIIKAT	11
3.1	WPF.....	11
3.2	Micorsoft SQL Server 2008 R2 Express.....	11
3.3	IAL-objekti	12
3.4	LINQ.....	12
3.5	Microsoft Visual Studio 2010	12
3.6	ERP-järjestelmä	12
3.7	Simulointi.....	13
4	MÄÄRITTELY.....	14
4.1	Järjestelmän rakenne	14
4.2	Käyttöliittymä	14
4.3	IFS	15
4.4	MSSQL.....	15
5	TIETOKANTA	16
5.1	Tilaukset	16
5.2	Työvaiheet	16
5.3	Vuorot	17
5.4	Työsolut.....	17
5.5	Materiaalit	17
5.6	Simulointijono.....	18
6	KÄYTTÖLIITTYMÄN TOIMINNOT	19
6.1	Kalenterin asettaminen ja muokkaus.....	19
6.2	Vuorojen hallinta.....	20
6.3	Työvuorojen asettaminen linjoille	20
6.4	Työsolujen hallinta	22
6.5	Työvaiheiden hallinta.....	22
6.6	Materiaalien hallinta	23
6.7	Lähtötietojen noutaminen IFS:stä.....	24
6.8	Viimeisimpien tietojen noutaminen kannasta	25
6.9	Simulointijonon päivien laskeminen	25

6.10	Materiaalien laskeminen	27
6.11	Laskujen tulosten tutkiminen	28
6.12	Simulointijonon tulostaminen Exceeliin	29
6.13	Ennusteiden luonti	31
7	TESTAUS.....	32
8	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34

LIITTEET

Liite 1. Tietokannan kuva

Liite 2. Simulointijonon kulku Excel

Liite 3. Projektisuunnitelma

TERMIT JA LYHENTEET

MSSQL	Microsoft SQL Server.
DATAGRID	WPF:n taulukko komponentti.
ERP	Enterprise Resource Planning.
.NET	Microsoftin kehittämä ohjelmistokomponenttikirjasto.
SQL	Structured Query Language eli kyselykieli tietokantojen datan käsittelyyn.
XAML	Extensible Application Markup Language on Microsoftin kehittämä merkintäkieli.
C#	Microsoftin kehittämä oliopohjainen ohjelmointikieli.
Oracle Database	Oraclen kehittämä olio-pohjainen tietokantapalvelin. Oracle toimii Windows-, Linux- ja UNIX-palvelimilla.
IAL-objekti	Information Acces Layer eli IFS AB:n luoma tiedonvälitys-rajapinta.
IFS	Industrial and Financial Systems. IFS AB:n kehittämän toiminnanohjausjärjestelmä.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on rakentaa Junttanille sopiva tuotannon kuormituksen simulointijärjestelmä ja tehdä järjestelmästä määrittelydokumentti. Määrittelydokumentti tehdään mahdollista jatkokehittämistä varten. Järjestelmän tarkoituksena on käyttää IFS:stä saatuja tietoja tuotannon seuraamiseen ja ennustamiseen.

Työn aihe sai alkunsa Savonian DigiBranch-projektista, jossa yhtenä tutkittavana kohteena oli simulointi. Opinnäytetyötä aloitettaessa järjestelmästä oli valmiina tietokanta ja prototyyppi käyttöliittymästä, jota oli kehitetty Digibranch-projektissa. Junttanin IFS-testikantaan oli luotuna IAL-objektit ja käyttöliittymällä oli testattu lähtötietojen nouto. Simulointijonon päivämäärien laskemisen pohja oli lähes valmis, mutta erikoistilanteiden huomiointi puuttui kokonaan.

Alkuperäiseen tietokantaan jouduttiin muuttamaan lähes kaikkien taulujen väliset tapahtumat. Myös taulujen sisällöt muuttuivat ja kantaan täytyi luoda uusia tauluja. Tietokannan rakenne pysyi kumminkin samanlaisena.

Käyttöliittymää kehitettäessä otettiin huomioon, mitä asiakas tarvitsi järjestelmästä. Työn aikana pidettiin useita palavereita, joissa pohdittiin, mitä käyttöliittymästä puuttuu ja mitä täytyy parantaa. Palavereiden aikana myös nähtiin, mikä oli opinnäytetyön tilanne.

2 JUNTAN OY

Junttan Oy on vuonna 1976 perustettu kuopiolainen hydraulisten lyöntipaalutusko-
neiden ja niiden lisävarusteiden suunnittelemiseen, valmistamiseen, markkinointiin ja
huoltoon keskittynyt yritys (Kuikka 2006, 2).

Alkuaan Junttan tunnettiin Savonvarvi Oy:nä, joka suunnitteli ja valmisti työkoneita
Maansiirto Heinonen Oy:lle. Yrityksen perustaja Pentti Heinonen uskoi hydraulisen
lyöntipaalutuksen laskevan kokonaiskustannuksia, ja vuonna 1979 Savonvarvi Oy
esitteli uudentyypin hydraulisen lyöntipaalutuskoneen prototyypin. Seuraavana
vuonna Junttan aloitti paalutuskoneiden sarjatuotannon Kuopion Kelloniemeen ra-
kennetuissa tiloissa. (Kuikka 2006, 2-4, 7.)

Vuonna 2006 Junttanista tuli osa Pilomac-konsernia (Piling and Logging Machines).
Ennen liittymistä Pilomaciin Junttan oli toiminut perheyriksenä. Liittymisen mukana
tavoitteeksi asetettiin tuotannon voimakas kasvattaminen. Tuotannon voimakkaan
kasvamisen takia yritys rakensi uuden kokoonpanotehtaan Kuopion Kylmämäkeen.
(Nurminen 2010, 8)

Vuonna 2009 Junttanin palveluksessa oli noin 110 henkilöä ja liikevaihto oli 31 M€.
Yli 90 % Junttanin tuotteista menee vientiin ja yli 45 maahan. (Sinituote 2010.)

3 TEKNIIKAT

3.1 WPF

Windows Presentation Foundation eli WPF on osa Windowsin .NET-ympäristöä ja WPF:llä voidaan luoda uuden sukupolven Windows-ohjelmia. WPF:llä tehdyt sovellukset ovat ulkoisesti näyttävämpiä verrattuna WinFormiin, koska käyttöliittymän grafiikka on vektoripohjainen. Käyttöliittymän ulkoasu ohjelmoidaan XAML-kielillä ja ohjelmakoodissa käytetään C#:a. (Microsoft 2012.)

WPF:n arkkitehtuurissa erotellaan bisneslogiikka ja käyttöliittymä toisistaan. Vaikka WinFormillakin voidaankin erottaa bisneslogiikka ja käyttöliittymä toisistaan, WPF:llä erottelu on paljon helpompaa. WPF:n yksi parhaimmista ominaisuuksista on Data Binding. Data Bindingin avulla voidaan sitoa tietokannan tiedot suoraan komponentteihin. Tällöin muutokset, poistot ja lisäykset päivittyvät kantaan automaattisesti. (Sheriff 2009)

WPF:llä käyttöliittymän luonti ja muokkaus on paljon tehokkaampaan verrattuna WinFormiin. Esimerkiksi WinFormissa komponentin taustaväri pitää joko vaihtaa komponenttien asetuksista tai bisneslogiikan kautta. WPF:llä ei tarvitse muokata sovelluksen bisneslogiikkaa komponenttien takia vaan kaikki onnistuu helposti XAML:lla (kuva 1).

```
<Button x:Name="ButtonImportExcel"
        AllowDrop="False"
        Style="{StaticResource ResourceKey=ButtonStyle}" Click="ButtonImportExcel_Click">
    <Image ToolTip="Tulosta jono excelissä"
           Height="48"
           Source="/IFStoSimulation;component/Images/excel.png"></Image>
</Button>
```

KUVA 1. Esimerkki XAML:sta

3.2 Microsoft SQL Server 2008 R2 Express

Microsoft SQL Server 2008 R2 Express on Microsoftin kehittämä tietokantapalvelin. MSSQL:n Express versio on ilmainen, mutta se ei sisällä kaikkia mahdollisia toimintoja verrattuna Evaluation versioon. Express versiolla ei voida luoda raportteja tietokannan datoista sekä tietokannan koko on rajoitettu 10 GB:hen. Koska jokaisella tie-

tokoneella on oma tietokanta ja tietokannan koko ei tule ylittämään 10 GB:tä, päädyttiin käyttämään Express versiota.

3.3 IAL-objekti

IAL (Information Acces Layer) on IFS:n luoma tiedonvälitysrajapinta tiedonkeruutarpeita varten. IAL-objektien luonti toteutetaan IFS:ssä admin-työkalulla. IAL-objektit sisältävät tietoa useista eri tauluista ja niistä haetaan tietoa SQL-kyselyillä. IAL-objektien käyttö on turvallisempaa kuin suorien SQL-kyseiden käyttö, koska objekteilla voidaan ainoastaan palauttaa tietoja IFS:n tietokannasta. Myös IAL-objektien käyttäjäoikeuksien ylläpito on helpompaa ja turvallisempaa kuin suorien SQL-kyselyiden käyttö. IAL-objekteja käyttäessä ainoastaan objektiin ja kannan kytkeytymiseen tarvitsee asettaa käyttöoikeudet. Suoria SQL-kyselyitä käyttäessä IFS:n jokaiseen luettavaan tauluun täytyisi asettaa käyttöoikeudet. (Alonen 2012, 3.)

3.4 LINQ

LINQ (Language-Integrated Query) on Microsoftin komponentti .NET-ympäristöön. LINQ:n avulla datakyselyt voidaan tehdä käyttämällä .NET-kieltä SQL:n sijaan. (Box, D & Hejlsberg, A 2007.)

Käyttöliittymästä löytyy oma tietokantakirjasto, jota käyttämällä tietokannasta voidaan noutaa, poistaa, lisätä ja muokata dataa. Kaikki käyttöliittymän ja MSSQL:n väliset tapahtumat tehdään LINQ:lla.

3.5 Microsoft Visual Studio 2010

Microsoft Visual Studio 2010 on Microsoftin kehittämä ohjelmakehitysympäristö. Visual Studiolla voidaan luoda esimerkiksi Windows-, web- ja Windows Phone – sovelluksia. Visual Studio tukee ohjelmointikielistä mm. C#:a, C++:a, F#:a ja Visual Basicia.

3.6 ERP-järjestelmä

ERP-järjestelmä on toiminnanohjausjärjestelmä, joka ohjaa yrityksen toimintaa. ERP-järjestelmällä kootaan yrityksen tärkeimmät operaatiot, kuten tuotanto, henkilöstö ja talous yhdeksi ohjelmistojärjestelmäksi. Monille yrityksille ERP-järjestelmä on toiminnan sydän ja organisaation selkäranka. (Panorama 2012.)

Nykyisellä ERP-järjestelmäarkkitehtuurilla yrityksen kaikki tiedot kootaan usein yhden tietokannan alle. Järjestelmän tietokanta kommunikoi useiden sovellusten kanssa ja tarjoaa organisaation sisällä liiketoimintatilastoja ja –tietoja. (Tech-FAQ 2012.)

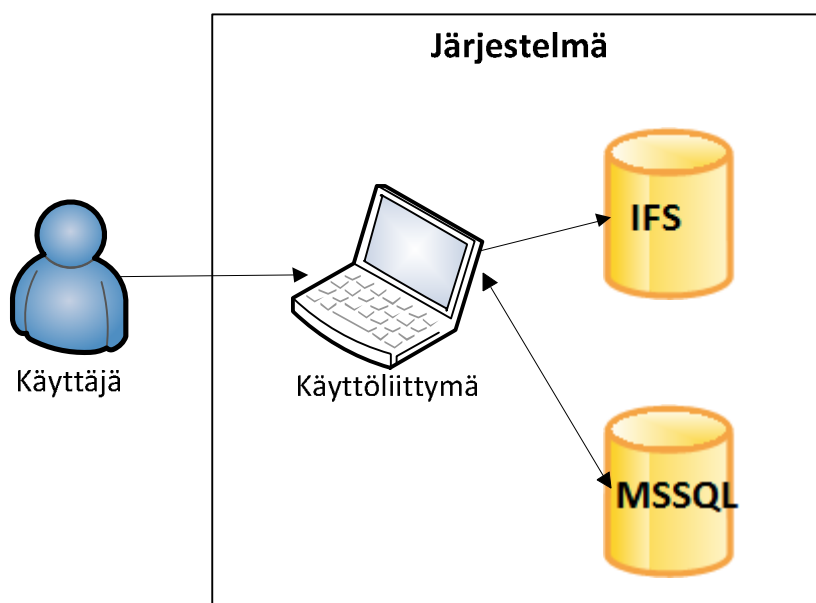
3.7 Simulointi

Simulointi on kokeilua malleilla. Mallit ovat yksinkertaistettuja abstrakteja, jotka omaksuvat vain tarvittavan laajuuden ja yksityiskohtaisuuden tutkittavista objekteista. Mallin käyttäytyminen matkii joitakin keskeisiä näkökulmia työn kohteesta ja lopuksi käyttäjä tekee päätelmiä mallin käyttäytymisestä. Simulointi on osoittanut tehokkaaksi avuksi oppimisessa, ongelman ratkaisussa ja suunnittelussa. (Ingall & White 2009, 12).

4 MÄÄRITTELY

4.1 Järjestelmän rakenne

Järjestelmä koostuu käyttöliittymästä, IFS:stä ja MSSQL-serveristä. Järjestelmän rakenne on kuvattu kuvassa 2. Kuten kuvasta näkyy, peruskäyttäjä pääsee järjestelmään käsiksi ainoastaan käyttöliittymän kautta. Tietokantaa varten ei luotu erillistä hallintakäyttöliittymää, koska MSSQL:llä on helppo hallinnoida tietokantoja ja käyttäjiä.



KUVA 2. Järjestelmän rakenne

4.2 Käyttöliittymä

Käyttöliittymän ohjelmointiin käytettiin WPF:ää ja Microsoft Visual Studio 2010:tä. Käyttöliittymällä voidaan noutaa IFS:stä lähtötietoja, joita käytetään tuotannon simulointiin. Jotta järjestelmä toimisi oikein, käyttäjälle täytyy asettaa täydet oikeudet käyttöliittymän juurikansioon. Käyttöliittymän toiminnot on kuvattu luvussa 6.

Jokaiselle käyttäjälle luodaan oma asetus-tiedosto, johon muut käyttäjät eivät pääse käsiksi. Tämän avulla käyttöliittymästä ei saada selville IFS:n tunnuksia ja salasanaa.

4.3 IFS

Junttanilla käytettävä ERP-järjestelmä on IFS Applications, jonka on kehittänyt IFS AB. IFS on täyden toiminnallisuuden ERP-ohjelmisto, joka auttaa hallinnoimaan ja tehostamaan yrityksen toimintoja. IFS:n tietokantapalvelimena toimii Oracle Database. (IFS AB 2010, 4, 24.)

Järjestelmää varten IFS:ään täytyy luoda IAL-objektit. Jokaiselle käyttäjälle täytyy luoda IFS-tunnukset ja oikeudet käyttää IAL-objekteja. Järjestelmän avulla ei voida muokata IFS:n tietokantaa. Jotta IFS:n pääsee kytkeytymään, tietokoneessa täytyy olla asennettuna Oracle Client 10g. Oracle Clientin avulla järjestelmä saa Oracle-tietokantaan tarvittavan rajapinnan käyttöönsä.

4.4 MSSQL

Jokaisen järjestelmää käyttävään tietokoneeseen täytyy olla asennettuna MSSQL. MSSQL toimii järjestelmän omana tietokantapalvelimena, johon tallennetaan aina IFS:stä noudetut lähtötiedot. Toisin kuin IFS:ssä, MSSQL-palvelin olevia tietoja voidaan muokata käyttöliittymän kautta.

Järjestelmän jokaiselle käyttäjälle täytyy asettaa luku- ja kirjoitusoikeudet tietokantaan. Oikeuksien asettaminen tapahtuu MSSQL:n omalla hallintaohjelmalla. Hallintaohjelmalla voidaan luoda uusi kanta järjestelmään ja muokata kaikkia järjestelmän dataa. MSSQL:n täytyy päästä sisään Windows Authenticationilla, koska käyttöliittymän kautta ei voida asettaa käyttäjätunnusta ja salasanaa.

5 TIETOKANTA

Tässä kappaleessa käydään läpi järjestelmän kannan rakennetta, sekä miten kannan taulut vaikuttavat käyttöliittymän toimintoihin.

Järjestelmää varten oli valmiina relaatiotietokanta (Liite 1.), joka oli rakennettu IFS:n tietojen pohjalta. Tietokannan luontiin ja muokkaamiseen käytettiin MSSQL:n käyttöliittymän designeria. Tietokantaa rakentaessa oli tärkeätä huomioida datan poistaminen, josta johtuen lähes jokaisen relaation väliin täytyi asettaa poistamisen kohdalle ”On Cascade” eli poistetun rivin relaatio rivit poistui samalla.

5.1 Tilaukset

Kaikki tietokannassa olevat tilaukset ovat lähtöisin IFS:stä. Jokainen tilaus kuvaa yksittäistä tuotetta linjastolla. Tilaus-taulu sisältää seuraavia tietoja

- id
- tilaus- ja osanumero
- tyyppi
- tarve-, aloitus- ja lopetuspäivämäärät
- kuvaus
- tila
- onko viimeisin noudettu tieto
- paikkakunta

Tilauksen tyyppi on viittaus tilaustyyppi tauluun. Tilauksen tyyppi viittaus asettaan datan synkronoinnin yhteydessä, joka on selitetty kappaleessa Lähtötietojen noutaminen IFS:stä.

5.2 Työvaiheet

Jokainen työvaihe (IFSOperation) on osa tilausta ja työvaihe voi olla viitattuna vain yhteen tilaukseen. Kuten tilauksillakin, myös työvaiheiden kaikki tiedot saadaan IFS:stä. Työvaiheet sisältävät seuraavia tietoja:

- nimi
- vaiheennumero
- esivarustelu
- tulostusväri Excelliin
- työ-/Laskujärjestys
- viittaukset attribuutteihin, materiaaleihin ja tilaukseen

Simulointijonon päivien laskemiseen käytetään työvaiheen attribuuttien tietoja. Työvaiheiden attribuutteihin on tallennettuna:

- vaiheen tehokkuuskerroin
- henkilöstömäärä
- tila
- aloitus- ja lopetuspäivämäärän
- vaiheeseen kuluva aika.

5.3 Vuorot

Vuorot ovat olennainen osa päivien laskemisessa ja linjaston kuormittamisessa. Järjestelmällä voidaan asettaa useita vuoroja samalle linjastolle ja niiden oikein asettelu on käyttäjän vastuulla. Mikäli käyttäjä asettaa päällekkäisiä vuoroja samalle linjastolle, tällöin laskut eivät päde. Linjastojen vuorot ja työpäivät saadaan haettua työkalenteri-taulusta.

5.4 Työsolut

Työsolut (Workcell) kuvaavat linjastojen työpisteitä ja samassa työpisteessä voidaan tehdä useita työvaiheita. Jokaisen työvaiheen täytyy kuulua johonkin työsoluun, muuten järjestelmä ei voi laskea simulointijonoon kuluvaan aikaan.

Kaikki työsolut täytyy yhdistää johonkin työsoluryhmään, jotta käyttöliittymällä voidaan laskea työvaiheeseen kuluva aika. Työsoluryhmä kuvaa linjastoa ja solut yhdistetään ryhmään välitaululla. Välitaulusta löytyy myös tieto missä järjestyksessä työvaiheet täytyy laskea.

5.5 Materiaalit

Materiaali-taulu sisältää osanumeron, kuvauksen ja tiedon onko materiaali kriittinen ja jätetäänkö se huomioimatta. Jokaiselta materiaaalilta löytyy oma attribuutti-taulu, josta löytyy viitatus materiaalin varasto tilanne, saapumisaika ja datan voimassaoloaika.

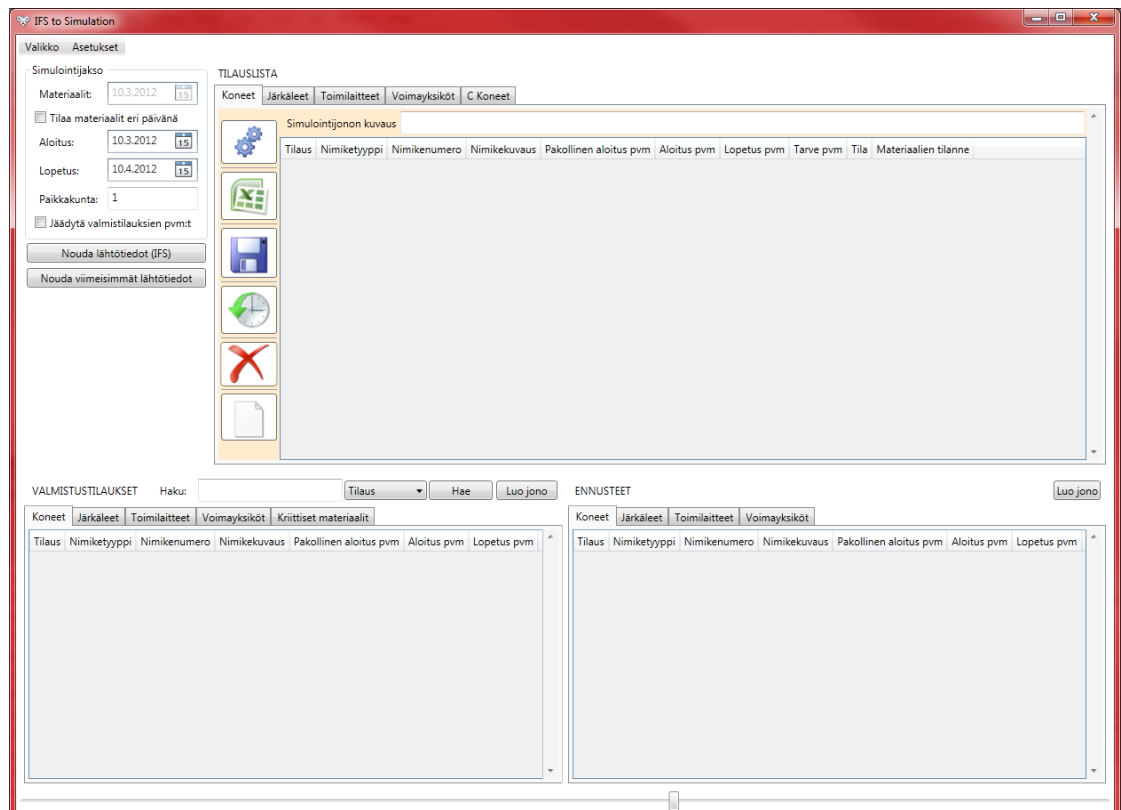
Materiaalien ja työvaiheiden välissä löytyy taulu, jonka avulla voi olla useita materiaali ja työvaihe yhdistelmiä. Taulusta saa myös selville kuinka paljon materiaalia tarvitaan työvaiheen käyttöön.

5.6 Simulointijono

Simulointijono-taulu sisältää käyttäjän tallentamia simulointijonoja. Tallennettu jono sisältää viittaukset tilauksiin ja niiden työvaiheisiin. Simulointijonoa tallennettaessa tauluun lisätään jonon nimi, tallennusaika, työsolun ID ja simuloinnin aloitus- ja lopetuspäivämäärät. Simulointijonon tilauksiin ja työvaiheisiin tallennetaan viittaus simulointijonoon, viittaukset simulointijonoon kuuluviin tilauksiin ja työvaiheisiin sekä aloitus- ja lopetuspäivämäärät.

6 KÄYTTÖLIITTYMÄN TOIMINNOT

Tässä luvussa esitellään, mitä toimintoja käyttöliittymä sisältää ja miten ne toimivat. Tärkeimmät toiminnot kuten lähtötietojen noutaminen ja simulointijonoon liittyvät laskemiset tapahtuvat pääikkunassa (kuva 3). Simulointijono luodaan raahaamalla tilauksia tilauslistaan valmistilausten tai ennusteiden joukosta.



KUVA 3. Käyttöliittymän pääikkuna

6.1 Kalenterin asettaminen ja muokkaus

Kalenterin avulla käyttäjä voi asettaa päiviä joko työpäiviksi tai vapaapäiviksi. Kalenterin tiedot otetaan huomioon simulointijonon päivien laskemisessa. Tiedot päivittyvät IFS:n kalenterin mukaiseksi aina datan noutamisen yhteydessä.

Kalenteria päästään muokkaamaan kaksoisklikkaamalla työkalenteria työvuorotikkunassa (kuva 6). Ikkunan auettua (kuva 4) käyttäjä valitsee aloitus- ja lopetuspäivämäärät, minkä jälkeen käyttäjälle näkyy lista päivistä, jotka ovat valitulla välillä. Oletuksena järjestelmä asettaa kaikki viikonloput vapaiksi ja arkipäivät työpäiviksi. Lopuksi käyttäjä painaa asettamis-nappia ja muutokset tallentuvat tietokantaan.

Päivämäärä	Viikonpäivä	On työpäivä
01.01.2012	su	<input type="checkbox"/>
02.01.2012	ma	<input checked="" type="checkbox"/>
03.01.2012	ti	<input checked="" type="checkbox"/>
04.01.2012	ke	<input checked="" type="checkbox"/>
05.01.2012	to	<input checked="" type="checkbox"/>
06.01.2012	pe	<input checked="" type="checkbox"/>
07.01.2012	la	<input type="checkbox"/>
08.01.2012	su	<input type="checkbox"/>
09.01.2012	ma	<input checked="" type="checkbox"/>
10.01.2012	ti	<input checked="" type="checkbox"/>
11.01.2012	ke	<input checked="" type="checkbox"/>
12.01.2012	to	<input checked="" type="checkbox"/>
13.01.2012	pe	<input checked="" type="checkbox"/>
14.01.2012	la	<input type="checkbox"/>
15.01.2012	su	<input type="checkbox"/>
16.01.2012	ma	<input checked="" type="checkbox"/>
17.01.2012	ti	<input checked="" type="checkbox"/>
18.01.2012	ke	<input checked="" type="checkbox"/>
19.01.2012	to	<input checked="" type="checkbox"/>
20.01.2012	pe	<input checked="" type="checkbox"/>
21.01.2012	la	<input type="checkbox"/>
22.01.2012	su	<input type="checkbox"/>
23.01.2012	ma	<input checked="" type="checkbox"/>
24.01.2012	ti	<input checked="" type="checkbox"/>
25.01.2012	ke	<input checked="" type="checkbox"/>

KUVA 4. Kalenterin muokkaus

6.2 Vuorojen hallinta

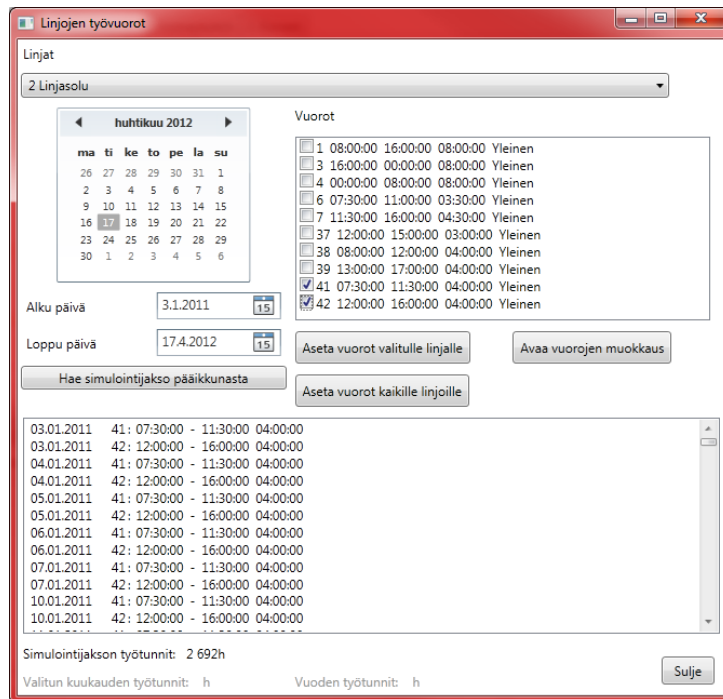
Vuorojen avulla määritellään työpäivän pituus. Vuoroa asettaessa käyttäjän täytyy itse ottaa huomioon työvuoroon kuulumattomat tauot. Esimerkiksi jos työpäivä alkaa klo 7.30 ja päättyy 16.00 ja välissä on työvuoroon kuulumaton puolen tunnin ruokatauko, hänen täytyy asettaa vuorot ao. kuvan (kuva 5) tapaisesti. Käyttäjän vastuulla on myös asettaa työajalle oikea pituus.

ID	Alkaa	Loppuu	Työaika	Tyyppi	
41	07:30:00	11:30:00	04:00:00	1	
42	12:00:00	16:00:00	04:00:00	1	

KUVA 5. Esimerkki vuorojen asettamisesta

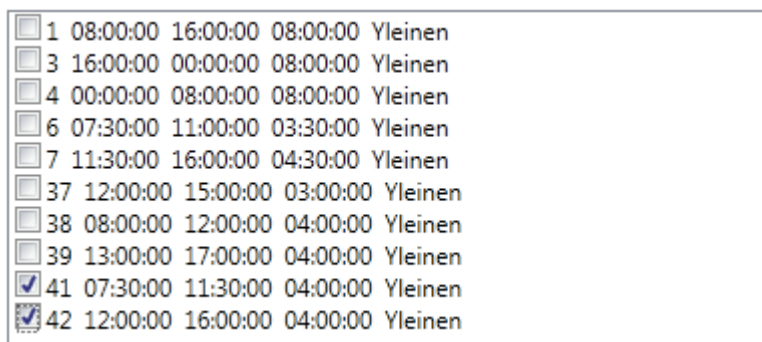
6.3 Työvuorojen asettaminen linjoille

Linjastojen työvuorojen muokkaus aloitetaan valitsemalla työvuorojen aloitus- ja loppuspäivä. Ikkunan auetessa kalenteri-komponentteihin laitetaan esiin ainoastaan tietokannasta löytyviä päiviä. Päivien valinnan jälkeen valitaan, minkä linjaston vuoroja muokataan, minkä jälkeen linjan senhetkiset työvuorot tulevat näkyviin käyttäjälle (kuva 6).



KUVA 6. Työvuorojen asettaminen

Edellisten valintojen jälkeen käyttäjä valitsee asetettavat työvuorot listasta (kuva 7). Vuoroja valitessa täytyy muistaa, että valitsemattomat työvuorot poistetaan kannasta valitulta aikaväliltä. Käyttäjän vastuulla on ottaa huomioon, että valitut vuorot eivät mene päällekkäin. Käyttäjä voi asettaa valitut vuorot joko valitulle linjastolle tai kaikille linjastoille.

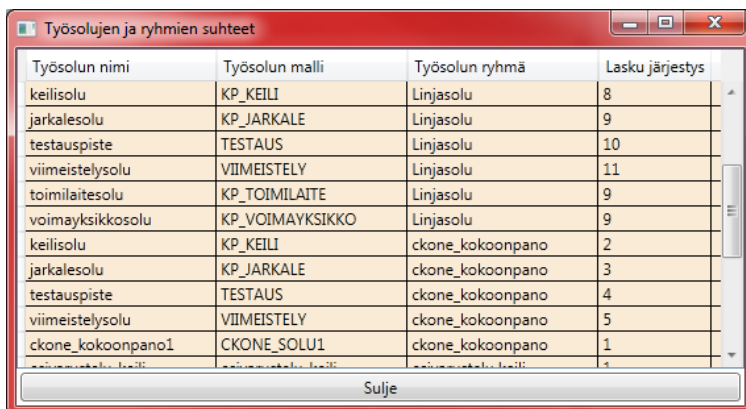


KUVA 7. Vuorojen listaaminen

Työvuorojen lisäys aloitetaan valitusta aloituspäivästä ja lopetetaan valittuun lopetuspäivään. Silmukan alussa lisätään aina senhetkiselälle päivälle listasta valitut työvuorot. Vuorojen lisäämisen jälkeen poistetaan kaikki valitsemattomat työvuorot kyseiseltä päivältä ja tallennetaan tietokantaan muutokset. Silmukan lopussa lisätään päivämäärä -muuttujaan yksi päivä lisää.

6.4 Työsolujen hallinta

Työsoluille ei saada IFS:stä mitään tietoja, vaan käyttäjällä on kaikki vastuu. Käyttäjän täytyy itse määrittää kaikki työvaiheet oikeisiin soluihin ja asettaa solut oikeisiin työsoluryhmiin. Käyttöliittymään tehtiin ikkuna, jonka avulla käyttäjä näkee kaikki työsolu ja ryhmä yhdistelmät (kuva 8).



Työsolun nimi	Työsolun malli	Työsolun ryhmä	Lasku järjestys
keilisolu	KP_KEILI	Linjasolu	8
jarkalesolu	KP_JARKALE	Linjasolu	9
testauspiste	TESTAUS	Linjasolu	10
viimeistelysolu	VIIMEISTELY	Linjasolu	11
toimilaitesolu	KP_TOIMILAITE	Linjasolu	9
voimayksikkosolu	KP_VOIMAYKSIKKO	Linjasolu	9
keilisolu	KP_KEILI	ckone_kokoonpano	2
jarkalesolu	KP_JARKALE	ckone_kokoonpano	3
testauspiste	TESTAUS	ckone_kokoonpano	4
viimeistelysolu	VIIMEISTELY	ckone_kokoonpano	5
ckone_kokoonpano1	CKONE_SOLU1	ckone_kokoonpano	1

KUVA 8. Työsolut ja ryhmät

6.5 Työvaiheiden hallinta

Käyttöliittymän avulla käyttäjä voi hallita kaikkia MSSQL:stä löytyviä työvaiheita. Käyttäjällä on mahdollisuus poistaa, muokata tai lisätä tilauksien työvaiheita. Vaihekuvausten muokkaus-ikkunan alasvetovalikosta löytyy kaikki MSSQL:stä olevat tilaukset ja malli (kuva 9). Malliin käyttäjän täytyy asettaa kaikki IFS:stä löytyvät työvaiheet, jotta noudetuille työvaiheille asetetaan oikea väri, esivarustelu numero ja valmistustieto.

Operaation numero	Kuvaus	Esivarustelu operatiolle	Valmistuttava ennen seuraava tilausta	Työvaiheen väri
101	Ylävaunun esivarustelu	151	<input type="checkbox"/>	Blue
102	Vinssien varustelu	152	<input type="checkbox"/>	Blue
103	Hydrauliikan varustelu	153	<input type="checkbox"/>	Blue
104	Moottorin varustelu	152	<input type="checkbox"/>	Blue
105	Sähköjen esivarustelu	153	<input type="checkbox"/>	Blue
106	Ohjaamon varustelu	154	<input type="checkbox"/>	Blue
107	Peltien varustelu	155	<input type="checkbox"/>	Blue
108	Alavaunun varustelu	401	<input type="checkbox"/>	Blue
151	Linjasolu 1		<input checked="" type="checkbox"/>	Red
152	Linjasolu 2		<input type="checkbox"/>	Red
153	Linjasolu 3		<input type="checkbox"/>	Red
154	Linjasolu 4		<input type="checkbox"/>	Red
155	Linjasolu 5		<input type="checkbox"/>	Red
156	Linjasolu 6		<input type="checkbox"/>	Red
201	Ylävaunun kokoonpano	156	<input type="checkbox"/>	DarkBlue
202	Ylävaunun sähkötyö	156	<input type="checkbox"/>	DarkBlue
301	Loppukokoonpano		<input type="checkbox"/>	Red
401	Keilin kokoonpano	301	<input type="checkbox"/>	Green
402	Keilin sähkötyö	301	<input type="checkbox"/>	Green
501	Testaus		<input type="checkbox"/>	Red
502	Viimeistely ja lähetys		<input type="checkbox"/>	Red
503	Toimitus		<input type="checkbox"/>	Red
601	Järkäleen kokoonpano		<input type="checkbox"/>	Red
602	Kairan kokoonpano		<input type="checkbox"/>	Red
603	Tuotteen siirto		<input type="checkbox"/>	Red

Poista valittu rivi Sulje Päivitä kaikki

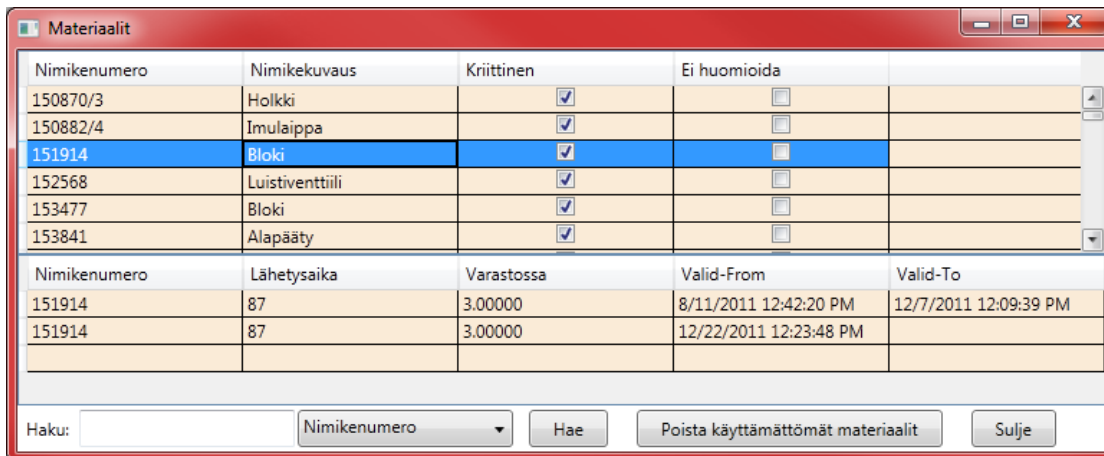
KUVA 9. Vaihekuvausten muokkaus

6.6 Materiaalien hallinta

Käyttöliittymän avulla voidaan muokata ja poistaa käyttämättömiä materiaaleja MSSQL:n tietokannasta (kuva 10). Käyttämättömien materiaalien poisto on tarpeellista tehdä, jos käyttöliittymän käynnistyminen kestää kauan. Poistamisessa käydään varaston kaikki materiaalit läpi ja tutkitaan aluksi, kuuluuko materiaali mihinkään tilaukseen. Jos materiaali ei kuulu mihinkään tilaukseen, materiaalin kaikki tiedot ja viittaukset poistetaan.

Mikäli materiaali kuuluu johonkin tilaukseen, siirrytään tutkimaan materiaalin attribuutteja. Attribuuteista tutkitaan aluksi kuuluuko tilaus johonkin tallennettuun simulointijonoon. Jos tilaus kuuluu simulointijonoon, tutkitaan jonon tallennuspäivää.

Viimeistä noudettua lukuun ottamatta kaikki sellaiset attribuutit poistetaan, joiden voimassaolovälille ei kuulu jonon tallennuspäivää. Tämän avulla vanhoja simulointijonoja tutkiessa, tilanne on sama kuin tallentaessa.



Nimikenumero	Nimikekuvaus	Kriittinen	Ei huomioida	
150870/3	Holkki	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
150882/4	Imulaippa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
151914	Bloki	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
152568	Luistiventtiili	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
153477	Bloki	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
153841	Alapääty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nimikenumero	Lähetysaika	Varastossa	Valid-From	Valid-To
151914	87	3.00000	8/11/2011 12:42:20 PM	12/7/2011 12:09:39 PM
151914	87	3.00000	12/22/2011 12:23:48 PM	

Haku: Nimikenumero

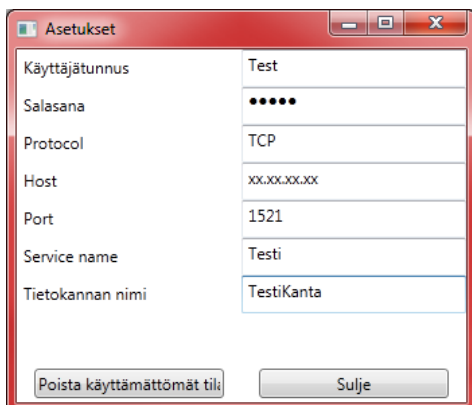
KUVA 10. Materiaalien hallinta

6.7 Lähtötietojen noutaminen IFS:stä

Järjestelmään käyttöön tarvittavat lähtötiedot noudetaan IFS:stä ja kannan yhteyden ottamiseen käytetään Oraclen DataAccess -rajapintaa. Järjestelmällä ei koskaan päästä käsiksi suoraan kantaan vaan tiedot noudetaan IAL-objektien kautta. IFS:stä noudetaan seuraavat lähtötiedot:

- valmistilaukset
- materiaalit
- tilauksien työvaiheet
- työkalenteri

Ennen lähtötietojen noutamisen aloittamista järjestelmälle täytyy asettaa IFS:n yhteystiedot ja MSSQL serverin nimi (kuva 11). Tietojen asetusten jälkeen järjestelmä luo asetetuista tiedoista merkkijonon asetus-tiedostoon ja lähtötietojen noutaminen voidaan aloittaa. Lähtötietojen noutaminen tehdään erillisessä säikeessä, jotta ohjelma ei jäätyisi haun ajaksi. Säikeessä luodaan latausikkuna, joka estää järjestelmän käytön datan noutamisen ajaksi.



Käyttäjätunnus	Test
Salasana	•••••
Protocol	TCP
Host	xx.xx.xx.xx
Port	1521
Service name	Testi
Tietokannan nimi	TestiKanta

KUVA 11. Liitäntä asetukset

Noutamisen aluksi otetaan yhteys IFS:ään. Kun on saatu yhteys IFS:ään, järjestelmä noutaa datat ja asettaa ne omiin listoihin. Tietojen noutamisen jälkeen merkataan kaikki MSSQL-tietokannassa olevat tilaukset vanhoiksi, jotta käyttöliittymässä näkyy vain viimeisimmät tilaukset. Tilauksien merkkauksen jälkeen siirrytään datan synkronoimiseen. Synkronoinnissa noudetut lähtötiedot asetetaan kantaan ja työvaiheet liitetään tilauksiin tilausnumeron mukaan.

Synkronoinnissa tutkitaan aina ensiksi, onko data jo kannassa. Mikäli data löytyy jo kannasta, tällöin tietokannan data päivitetään noudetulla datalla. Ainoastaan materiaalien varastotilanne kirjoitetaan aina uusiksi kantaan. Synkronoinnin aikana tilaukselle asetetaan oikea nimiketyyppi ja työvaiheet.

Lähtötietojen noutamisen lopuksi viimeisimmät tilaukset asettaan olioon, joka sisältää tilauksien nimiketyypit ja listat tilauksista. Olion tiedot lajitellaan datagrideihin nimiketyypin ja tilausnumeron mukaan.

6.8 Viimeisimpien tietojen noutaminen kannasta

Järjestelmässä on toiminto, jonka avulla voidaan noutaa viimeisimmät noudetut lähtötiedot MSSQL-kannasta. Toimintoa kannattaa käyttää ainoastaan, kun on varma että IFS:n lähtötiedot eivät ole ehtineet muuttua paljoa. Tällöin järjestelmä lukee tilaukset olioon, jonka tiedot asetetaan datagrideihin. Tämä toiminto on paljoa nopeampi kuin lähtötietojen noutaminen IFS:stä, koska järjestelmä ei tallenna mitään kantaan.

6.9 Simulointijonon päivien laskeminen

Järjestelmän tärkein toiminto on simulointijonoon kuluvan ajan laskeminen. Laskemiseen sisältyy myös varastotilanteen tutkiminen. Päivien laskemisessa täytyy ottaa huomioon seuraavat asiat:

- työvaiheiden tehokkuuskerroin
- tilauksien ja työvaiheiden aloitus- ja lopetuspäivät
- linjastojen vuorot ja työpäivät
- simuloinnin lopetus- ja aloituspäivä
- edellisen tilauksen läpikulku

Laskemiseen liittyvät riskit ja niiden seuraukset on kuvattu ao. taulukossa (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Laskemiseen liittyvät riskit

Riski	Seuraus
Laskemisessa ei huomioida edellisen tilauksen kulkua	Lasketaan työvaiheita päällekkäin ja linjastot ruuhkautuvat.
Materiaaleja laskiessa ei huomioida edeltäviä tilauksia	Materiaalit eivät välttämättä riitä koko simulointijonolle vaikka järjestelmä näyttää toisin.
Linjastojen työvuoroja ei ole asetettu oikein	Linjastolla voi olla päällekkäin monta vuoroa, jolloin laskut eivät pidä paikkaansa.
Kalenterista puuttuu työpäiviä	Laskeminen keskeytetään
Tilaukselle ei ole merkitty, minkä työvaiheen jälkeen voi tulla uusi tilaus linjastolle	Seuraavan tilauksen laskeminen aloitetaan vasta kun edellinen tilaus on kokonaan valmis.
Työvaiheita ei ole yhdistetty työsoluihin.	Kannasta ei saada noudettua työvaiheille työvuoroja
Työsolu ei kuulu mihinkään ryhmään.	Työvaiheille ei saada noudettua työvuoroja

Tilaukseen kuluvan ajan laskeminen aloitetaan laskemalla tilauksen työvaiheisiin kuuluva aika. Työvaiheiden aloitusta ei lasketa erikseen, vaan se riippuu edeltävästä työvaiheesta ja tilauksesta. Mikäli aiemman tilauksen työvaihe on vielä kesken työpiteellä, johon uusi tilaus on siirtymässä, tällöin uusi tilaus aloitetaan vasta kuin edellä oleva on valmis. Aloituksessa myös tutkitaan loppuiko työvuoro edellisen tilauksen valmistuttua, jolloin työvaihe aloitetaan seuraavan työvuoron alussa.

Kun työvaiheen aloitus on saatu tutkittua, aloitetaan työvaiheen lopetuksen laskeminen. Aluksi lasketaan työvaiheen läpimenoaika. Läpimenoaika saadaan kertomalla työvaiheeseen kuuluva aika tehokkuuskertoimella. Läpimenonajan laskemisen jälkeen, noudetaan tietokannasta kaikki linjaston työvuorot aloituspäivästä eteenpäin (kuva 12).

```
var workTime = this.db.WorkCalendar.Include("Shift").Where(w => w.CalendarDate.CompareTo(startTime.Date) >= 0 &&
    w.WorkCellGroupID == wcg &&
    w.Calendar.IsWorkDay).OrderBy(w => w.CalendarDate).ThenBy(w => w.Shift.Starts);
```

KUVA 12. Työvuorojen noutaminen

Lopullinen lopetuspäivä saadaan käymällä läpi silmukassa noudetut työvuorot. Silmukan jokaisella kierroksella läpimenoajasta vähennetään työvuoron pituus. Silmukassa ollaan niin kauan, kunnes työvuorot loppuvat tai läpimenoajan pituus on vähemmän kuin senhetkisen työvuoron pituus. Lopuksi funktio palauttaa silmukan senhetkisen työvuoron päivämäärän ja kellonajan.

6.10 Materiaalien laskeminen

Tilauksen oikea materiaalitarve saadaan selville tutkimalla edellisten tilauksien materiaalien käyttöä ja lähetysaikaa. Materiaalien laskemisessa on kaksi vaihetta: materiaalitarpeen vertaaminen varastotilanteeseen ja materiaalien saapumisen laskeminen. Materiaalien laskeminen on automaattinen toiminta päivien laskemisen jälkeen.

Materiaalitarve tutkitaan käyttämällä sisäkkäisiä silmukoita. Molemmat silmukat aloitetaan simulointijonon ensimmäisestä tilauksesta ja tilaukset käydään läpi valmistusjärjestyksessä. Ainoastaan ulomman silmukan tilauksiin tehdään muutoksia ja sisempää silmukkaa käytetään vertailukohteena. Sisemmän silmukan aluksi tutkitaan, onko ulomman silmukan tilaus sama kuin sisemmän senhetkinen tilaus. Mikäli tilaukset ovat samat, sisempi silmukka lopetetaan ja siirrytään ulommassa silmukassa seuraavaan tilaukseen.

Jos kyseessä ovat eri tilaukset, siirrytään tutkimaan tilauksiin kuuluvia materiaaleja. Tilauksien materiaalitkin käydään läpi sisäkkäisillä silmukoilla. Ulommassa silmukassa selvitetään tutkittavan tilauksen materiaalit. Sisemmän silmukan alussa tutkitaan, ovatko silmukoiden materiaalit samat. Jos tilaukset ovat samat, kasvatetaan tutkittavan tilauksen materiaalitarvekerrointa yhdellä. Muussa tapauksessa siirrytään seuraavaan materiaaliin sisemmässä silmukassa.

Kun tilauksien materiaalitarve on selvitetty, siirrytään tutkimaan materiaalien saatavuutta. Jokaisen simulointijonon tilauksen materiaalit selvitetään silmukassa. Kaikkien materiaalientarve kerrotaan edellä lasketulla kertoimella. Saatu tulos tutkitaan käyttämällä LINQ:a kannassa olevaan materiaalisaatavuuteen (kuva 13).

```
public decimal GetMaterialReservedQuantity() {
    decimal opsMaterialQty = 0;

    if (null != this.IFSOperations) {
        opsMaterialQty = this.IFSOperations.Where(o => o.MaterialPartNo.Equals(this.PartNo)).Sum(o => o.QuantityPerAssembly * Factor);
    }

    return opsMaterialQty;
}

public bool IsStockQtyEnough() {
    bool isEnough = false;

    if (null != this.Attributes) {
        isEnough = this.Attributes.InStock.CompareTo(this.GetMaterialReservedQuantity()) >= 0;
    }

    return isEnough;
}
```

KUVA 13. Materiaalien saatavuuden tutkiminen

Mikäli materiaalia ei ole tarpeeksi, merkitään puute, muulloin siirrytään tutkimaan seuraava materiaalia. Puutellisille materiaaleille lasketaan, kerkeävätkö materiaalit saapua ajoissa.

Materiaalin saapumisen tutkimisessa otetaan huomioon seuraavat asiat:

- lähetysaika
- työvaihe
- työvaiheen aloituspäivämäärä
- materiaalien tilauspäivää.

Tutkiminen aloitetaan käymällä läpi tilauksien työvaiheita ja niihin liittyviä materiaaleja. Jokaisen materiaalin kohdalla vähennetään työvaiheen aloituspäivä materiaalien tilauspäivällä. Laskettu tieto kertoo kuinka paljon päiviä on jäljellä työvaiheen aloitukseen ja tulosta verrataan materiaalin lähetysaikaan (kuva 14).

```

TimeSpan days = ifs.Attributes.StartDate.Value.Date - this.SimulationMaterialOrderDate.Value.Date;

if (m.Attributes.DeliveryTime > days.Days)
{
    m.IsMaterialInTime = false;
    MaterialsInTime = false;
}

```

KUVA 14. Materiaalien saapumisen tutkiminen

Mikäli materiaalin lähetysaika on pienempi kuin laskettujen päivien määrä, siirrytään työvaiheen seuraavaan materiaaliin. Muussa tapauksessa tilaukseen ja materiaaliin merkitään, että materiaali ei kerkeä saapua ajoissa.

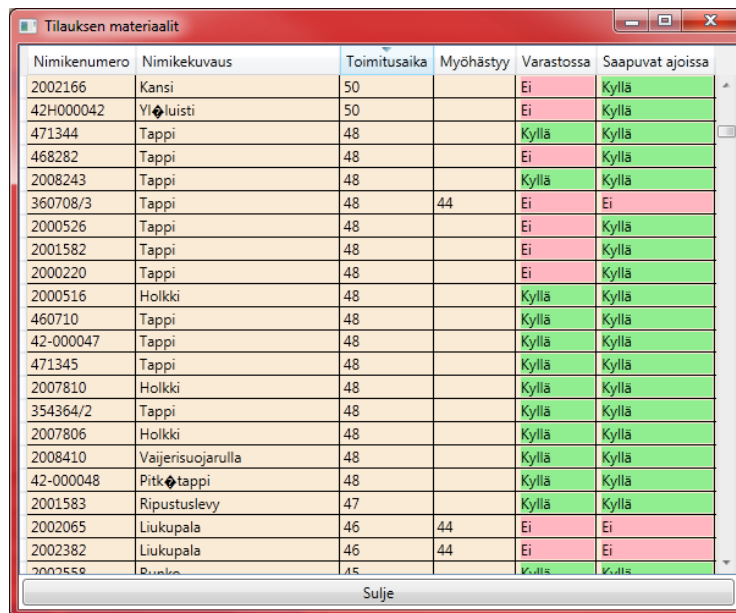
6.11 Laskujen tulosten tutkiminen

Laskujen jälkeen simulointijonon tilaukset värjätään sen lopetus- ja tarvepäivien mukaan. Värien merkitys on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Simulointijonon värien merkitys

Väri	Merkitys
Valkea/harmaa	Tilaus valmistuu aikanaan
Oranssi	Tilaus ei valmistu tarvepäivämäärään mennessä
Punainen	Tilaus ylitti simulointiajan
Sininen	Tilaus on linjastolla

Materiaaleille simulointijonossa ilmoitetaan materiaalien kokonaistilanne tai saapuvatko materiaalit ajoissa. Käyttöliittymään tehtiin myös mahdollisuus nähdä valitun tilauksen kaikki materiaalit ja niiden tilanteet (kuva 15). Ikkunan kautta käyttäjä pääsee myös muokkaaman valitun materiaalin tietoja.



Nimikenumero	Nimikekuvaus	Toimitusaika	Myöhästyy	Varastossa	Saapuvat ajoissa
2002166	Kansi	50		Ei	Kyllä
42H000042	Ylihuuсти	50		Ei	Kyllä
471344	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
468282	Tappi	48		Ei	Kyllä
2008243	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
360708/3	Tappi	48	44	Ei	Ei
2000526	Tappi	48		Ei	Kyllä
2001582	Tappi	48		Ei	Kyllä
2000220	Tappi	48		Ei	Kyllä
2000516	Holkki	48		Kyllä	Kyllä
460710	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
42-000047	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
471345	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
2007810	Holkki	48		Kyllä	Kyllä
354364/2	Tappi	48		Kyllä	Kyllä
2007806	Holkki	48		Kyllä	Kyllä
2008410	Vaijerisuojarulla	48		Kyllä	Kyllä
42-000048	Pitkätappi	48		Kyllä	Kyllä
2001583	Ripustuslevy	47		Kyllä	Kyllä
2002065	Liukupala	46	44	Ei	Ei
2002382	Liukupala	46	44	Ei	Ei
2002552	Liukupala	46		Kyllä	Kyllä

KUVA 15. Tilauksen materiaalit ja niiden tilanne

6.12 Simulointijonon tulostaminen Exceliin

Työtä aloittaessa järjestelmässä oli valmiina ikkunan työvaiheiden katselulle (kuva 16), mutta sillä pystyi ainoastaan katsomaan yhden tilauksen työvaiheita. Lopulta päädyttiin tekemään käyttöliittymään toiminto, jolla voitaisiin kuvata koko simulointijonon kulkua Excelissä. Exceliin kirjoittamiseen käytettiin Microsoftin Office-rajapintaa.

Työvaiheet

Valikko

1585 Runko

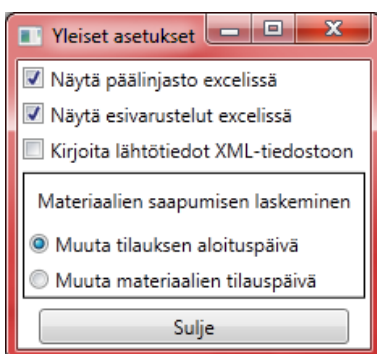
Tilauksen kuluva kokonaisaika: 440h

ID	Työsolu	Vaihenumero	Vaihekuvaus	Henkilömäärä	Työaika (h)	Tehokkuuskerroin	Tila	Aloituspvm	Lopetus pvm	Esivarusteltu vaiheelle
2	KP_SOLU1	151	Linjasolu 1	2	40	100	40	14.12.2011 8:00	16.12.2011 16:00	
3	KP_SOLU2	152	Linjasolu 2	2	40	100	40	16.12.2011 16:00	21.12.2011 11:00	
4	KP_SOLU3	153	Linjasolu 3	2	40	100	40	21.12.2011 11:00	23.12.2011 15:00	
5	KP_SOLU4	154	Linjasolu 4	2	40	100	40	23.12.2011 15:00	28.12.2011 9:00	
6	KP_SOLU5	155	Linjasolu 5	2	40	100	40	28.12.2011 9:00	30.12.2011 10:00	
7	KP_SOLU6	156	Linjasolu 6	2	40	100	40	30.12.2011 10:00	3.1.2012 12:00	
17	KP_KEILI	301	Loppukokoonpano	2	80	100	40	3.1.2012 12:00	10.1.2012 16:00	
17	KP_KEILI	401	Keilin kokoonpano	2	160	100	40	20.12.2011 13:00	3.1.2012 12:00	301
17	KP_KEILI	402	Keilin sähkötyö	1	160	100	40	20.12.2011 13:00	3.1.2012 12:00	301
18	KP_JARKALE	201	Ylävaunun kokoonpano	1	0	100	40	30.12.2011 17:00	30.12.2011 10:00	156
18	KP_JARKALE	202	Ylävaunun sähkötyö	1	0	100	40	30.12.2011 17:00	30.12.2011 10:00	156
19	TESTAUS	501	Testaus	2	80	100	40	10.1.2012 16:00	17.1.2012 11:00	
20	VIIMEISTELY	502	Viimeistely ja lähetys	2	40	100	40	17.1.2012 11:00	19.1.2012 15:00	
20	VIIMEISTELY	503	Toimitus	1	0	100	40	19.1.2012 15:00	19.1.2012 15:00	
10	esivarustelu_vaatapuomi	101	Ylävaunun esivarustelu	1	24	100	40	12.12.2011 13:00	14.12.2011 8:00	151
12	esivarustelu_vinsit	102	Vinsien varustelu	1	40	100	40	14.12.2011 11:00	16.12.2011 16:00	152
13	esivarustelu_hydrauliikka	103	Hydrauliikan varustelu	1	60	100	40	15.12.2011 15:00	21.12.2011 11:00	153
11	esivarustelu_moottori	104	Moottorin varustelu	1	60	100	40	13.12.2011 11:00	16.12.2011 16:00	152
24	esivarustelu_sahkot	105	Sähköjen esivarustelu	2	40	100	40	19.12.2011 10:00	21.12.2011 11:00	153
14	esivarustelu_ohjaamo	106	Ohjaamon varustelu	1	48	100	40	20.12.2011 14:00	23.12.2011 15:00	154
25	esivarustelu_pelit	107	Peltien varustelu	1	40	100	40	23.12.2011 15:00	28.12.2011 9:00	155
26	esivarustelu_alavaunu	108	Alavaunun varustelu	1	16	100	40	19.12.2011 13:00	20.12.2011 13:00	401

KUVA 16. Tilauksen työvaiheet

Excelin ensimmäiseen riviin tulostetaan simulointijonoon kuluviin päivien määrä. Päivien määrä saadaan vähentämällä jonon viimeinen päivä ensimmäisen päivän kanssa. Viikonloppujen kohdalle merkataan koko sarake hopeiseksi. Päivien asettamisen jälkeen aloitetaan työvaiheisiin kuluva ajan tulostaminen. Työvaiheen aloitus solu saadaan vähentämällä työvaiheen aloituspäivä simuloinnin aloituspäivällä. Lopetus solu saadaan vähentämällä työvaiheen lopetuspäivä simuloinnin lopetuspäivästä ja lisäämällä saatuun tulokseen työvaiheen aloituspäivä. Jokaiselle riville asetetaan kommenttiin työvaiheen aloitus- ja lopetuspäivä.

Jokaisen työvaiheen rivin väri noudetaan kannasta, ennen tulostamista. Lopullinen tulostus riippuu mitä käyttäjä oli valinnut tulostettavaksi asetuksista (kuva 17). Toiminnon lopuksi käyttäjälle aukeaa esim. liite 2:n näköinen Excel-taulukko.



KUVA 17. Yleiset asetukset

6.13 Ennusteiden luonti

Järjestelmän yksi tärkeimmistä käyttötavoista on tulevaisuuden tuotannon ennustaminen. Tämän takia tilauksista täytyy pystyä luomaan ennusteita, joidenka avulla voidaan simuloida tulevaisuuden tuotantoa. Ennuste on aina kopio tilauksesta.

Ennusteita luodaan valitsemalla tilaus joko valmistilauksien joukosta tai simulointijonosta. Ennusteita luodessa järjestelmä kopioi valitun tilauksen kaikki tilaustiedot, työvaiheet ja materiaalitardeet. Luonnin lopuksi luotu ennuste näkyy käyttäjälle Ennusteet-datagridissä. Luotuja ennusteita on mahdollista poistaa ja muokata.

7 TESTAUS

Järjestelmälle ei tehty lopputestausta, vaan se testattiin kahdella eri tavalla. Aluksi rakentaessaan järjestelmää ohjelmoija testasi itse ohjelmaa sen kehittyessä. Kaikki ohjelmoinnissa vastaan tulleet virheet korjattiin välittömästi, mutta niitä ei merkitä mihinkään ylös.

Toinen testaus tehtiin Junttanin puolelta, kun järjestelmä toimi moitteettomasti. Junttanilla järjestelmän testattiin mustalaatikkotestauksena eli testaaja ei nähnyt ohjelman koodia. Testauksen aikana testaaja merkitsi löydetty virheet ja ilmoitti ne ohjelmoijalle. Ilmoitetut virheet korjattiin, minkä jälkeen järjestelmästä lähetettiin korjattu versio testattavaksi.

Testauksien aika löytyi kolme suurta ongelmaa, jotka olivat:

- IFS:stä tulevat null-arvot
- päivämäärien laskeminen
- käyttöliittymän asennus.

Lähtötietoja noutaessa käyttöliittymä saattoi kaatua yllättäen: jonka syyksi löytyivät IFS:stä tulevat null-arvot. Ongelma takia datan noutamiseen tehtiin lisää virhetarkistuksia ja null-arvoille asetettiin 0 tai tyhjä rivi.

Päivämäärien laskemissa suurin ongelma oli laskujen saaminen realistiseksi. Tilaukset valmistuivat liian nopeasti, koska laskuissa ei huomioitu taukoja. Kun tauot laskettiin mukaan, huomattiin, että tilaukset valmistuivat vieläkin liian nopeasti. Lopuksi huomattiin, että laskuissa hypättiin yli yksi työvuoro ja virhe saatiin korjattua.

Käyttöliittymää asentaessa tuli usein ongelmaksi Oracle Clientin -versio. Mikäli tietokoneessa oli Oracle Clientin väärä versio, käyttöliittymä ei suostunut lataamaan kaikkia .dll-tiedostoja. Tästä syystä käyttöliittymään jouduttiin vaihtamaan vanhempi Oracle Client –versio.

8 YHTEENVETO

Työn aikana opin paljon sovelluksen kehittämisestä ja ohjelmointitaitoni kehittyivät huomasti. Työn alussa vaikeinta oli selittää asiakkaalle järjestelmän toimintaa käytännön esimerkein, koska en ollut nähnyt miten linjastot toimivat Junttanilla. Useimmissa ongelmissa auttoi paljon Antti Alonen, joka oli mukana suurimmassa osassa palaverissa ja tunsikin linjastojen toiminnat.

Ohjelmointitaidoistani eniten kehittyi ongelmaratkaisu, virheiden etsiminen ja virhetilanteiden huomioon ottaminen. Virhetilanteiden huomioon ottaminen ja ongelmaratkaisu olivat tärkeintä datan noutamisessa ja laskuissa. Koska alkuvaiheessa ei ollut otettu huomioon mahdollisia null-arvoja, järjestelmä saattoi kaatua mitä erikoisimmissa tilanteissa. Kun suurin osa virhetilanteista oli korjattu, järjestelmä pystyttiin antamaan testattavaksi Junttanille.

Opinnäytetyön teko sujui hyvin, vaikkakin alkuperäinen aikataulu ylittyi reilusti. Suurimpana syynä tähän olivat kouluprojektit, jotka hidastivat opinnäytetyön tekemistä, sekä yhteisen ajan löytäminen palaverille. Järjestelmän kehittämisen aikana tuli myös väärinymmärryksiä koodissa, koska en ollut ainoa järjestelmän kehittäjä.

Järjestelmän jatkokehittäminen jatkui vielä pari viikkoa, jona aikana materiaalien ja päivämäärien laskeminen viimeistellään. Määrittelyn ja käyttöohjeiden kirjoittaminen tehdään myös viimeisillä viikoilla. Kun edellä mainitut asiat on tehty, järjestelmä otetaan käyttöön Junttanilla. Aluksi järjestelmää käyttää vain yksi henkilö, mutta myöhemmin järjestelmää saattaa käyttää useampi henkilö.

LÄHTEET

Kuikka, A. 2006. *Junttan historiikki*. Sisäinen tiedote. Junttan Oy.

Sinituote. 2010. Lehdistötiedote. [viitattu 23.3.2012]. Saatavissa:
<http://www.sinituote.fi/contentparser.aspx?deptid=23370&showmodul=149&newsID=e97c5e6b-d2e4-4220-a0a8-7b5a23a266fb&abc=>

Nurminen, S. 2010. *Yritysesittely*. Sisäinen tiedote. Junttan Oy.

Box, D., & Hejlsberg, A. *LINQ: .NET Language-Integrated Query*. [verkkodokumentti] 2007. [viitattu 10.4.2012].
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb308959.aspx>

Alonen, A. 2012. *IAL-Objektit*, Savonia-ammattikorkeakoulu. DigiBranch.

Panorama. *ERP Software*. [verkkodokumentti] 2012. [vittattu 25.4.2012].
<http://panorama-consulting.com/erp-software/>

Tech-FAQ. *ERP (Enterprise Resource Planning)*. [verkkodokumentti] 2012. [vittattu 25.4.2012]. Saatavissa:
<http://www.tech-faq.com/erp.html>

IFS AB. *IFS Applications 7.5 Architecture and Technology*. 2010. Saatavissa:
<http://www.ifsworld.com/en/download/resources/kits/product/product.zip>

Ingalls, R. G. & White, K. P. 2009. *Introduction to simulation*. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. Saatavissa:
www.informs-sim.org/wsc09papers/002.pdf

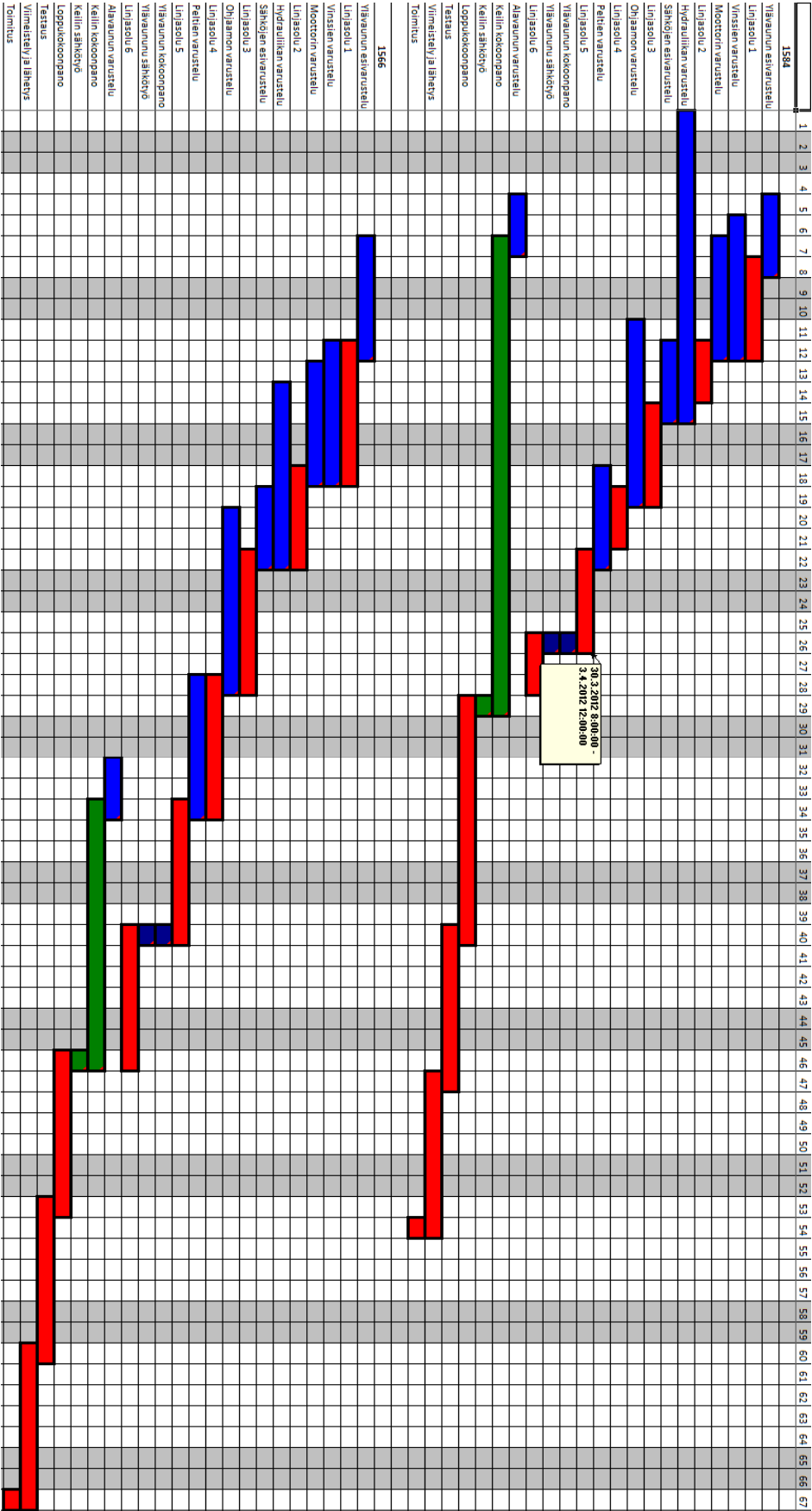
Sheriff, P. 2009. *Why Use WPF*. [verkkodokumentti] 2012. [viitattu 22.5.2012]. Saata-vissa:
<http://www.code-magazine.com/Article.aspx?quickid=0911031>

Microsoft. *Introduction to WPF*. [verkkodokumentti] 2012. [viitattu 24.4.2012]. Saata-vissa:
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa970268.aspx>

Liite 1. Tietokannan kuva



Liite 2. Simulointijonon kulku Excelissä



Tuotannon kuormituksen simulointijärjestelmä

Projektisuunnitelma

Pasi Heiskanen

Opinnäytetyö

22.5.2012

Versio 2.0

Versiohistoria

Versio	Päiväys	Kuvaus	Tekijä
0.1	2.11.2011	Suunnitelman aloittaminen	Pasi Heiskanen
0.2	5.11.2011	Suunnitelman jatkamista	Pasi Heiskanen
0.3	9.11.2011	Suunnitelman jatkamista	Pasi Heiskanen
0.4	1.12.2011	Suunnitelman virheiden korjaus ja päivittäminen	Pasi Heiskanen
0.5	12.12.2011	Riskien lisäämistä ja dokumentin päivittämistä	Pasi Heiskanen
0.6	29.12.2011	Virheiden korjaus	Pasi Heiskanen
1.0	17.1.2012	Hyväksytty	Pasi Heiskanen
1.1	11.5.2012	Päivämäärien päivittämistä	Pasi Heiskanen
2.0	22.5.2012	Hyväksytty	Pasi Heiskanen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	4
2	TAUSTA	5
2.1	Lähtökohdat.....	5
2.2	Kehitystarpeet ja merkitys.....	5
3	PROJEKTIN OHJAAMINEN.....	6
3.1	Tavoitteet	6
3.2	Riskien hallinta	6
3.3	Projektin organisaatio	7
4	TEKNIikka.....	8
4.1	Menetelmät.....	8
4.2	Dokumentointi.....	8
4.3	Laadun seuranta- ja arviointitavat	8
5	VAIHEET, AIKATAULU JA BUDJETTI	9
5.1	Tarvittavat resurssit	9
5.2	Aikataulu	9
5.3	Kustannusarvio.....	9

1 JOHDANTO

Insinööriyön aihe sai alkunsa Savonian DigiBranch-projektissa, jossa keskityttiin digitaaliseen konerakennukseen. Yksi projekti painopisteistä oli simulointi, johon alettiin rakentaa simulointijärjestelmää vuoden 2011 alussa. Järjestelmän tarkoituksena oli simuloida tehtaan tuotantoa. Järjestelmästä saatiin rakennettua prototyyppi, mutta resurssipulan takia järjestelmän tekeminen jäi kesken.

Kesällä 2011 pääsin harjoitteluun DigiBranch-projektiin ja tuolloin sain tehtäväkseni jatkaa simulointijärjestelmän rakentamista. Kesän päätteeksi kävimme esittelemässä työtä Junttanilla, jolloin päätettiin että järjestelmästä tehtäisiin insinööriyö. Järjestelmästä kirjoitetaan myös määrittelydokumentti, joka on osa insinööriyötä.

Junttan Oy on vuonna 1976 perustettu kuopiolainen hydraulisten lyöntipaalutuskoineiden ja niiden lisävarusteiden suunnittelemiseen, valmistamiseen, markkinointiin ja huoltoon keskittynyt yritys. Vuonna 2009 Junttanin palveluksessa oli noin 110 henkilöä ja liikevaihto oli 31 M€. Yli 90 % Junttanin tuotteista menee vientiin ja yli 45 maahan.

2 TAUSTA

2.1 Lähtökohdat

Projektia aloittaessa järjestelmästä on valmiina prototyyppi, joka toimii ideaalitalanteissa. Ideaalitalanteessa kaikki työt tehdään tuotannossa samassa ajassa ilman mitään myöhästelyjä. Junttanilla kaikki linjan tuotteet eivät mene samassa ajassa linjaston läpi ja tällöin nopeampi tuote saatetaan laittaa edellä olevan tuotteen edelle linjastolle. Protoa oli testattu valmiiksi Junttanin testi IFS-kannassa, mutta sen testaaminen oikeassa kannassa puuttui.

Projektin tekemiseen ei annettu mitään tarkkoja rajoja, vaan sovittiin että järjestelmää tehdään sen mukaan miten aikaa riittää. Junttanilta ilmoitetaan välitestien jälkeen, mitä ominaisuuksia järjestelmä tarvitsee ja mitä virheitä löytyi.

2.2 Kehitystarpeet ja merkitys

Prototyyppiä täytyy muokata toimimaan oikeassa tuotannon tilanteessa. Oikeassa tilanteessa linjalla voi olla monta tilausta samaan aikaan, mutta työvaiheessa voi olla vain yksi tuote kerrallaan rakentumassa. Järjestelmän tarkoituksena on auttaa ennakkoimaan yrityksen tuotantoa käyttämällä apuna IFS:stä saatuja tietoja. Järjestelmän täytyy toimia Junttanin oikeassa IFS-kannassa, jonka testaamisesta vastaa Junttanin henkilökunta.

3 PROJEKTIN OHJAAMINEN

3.1 Tavoitteet

Työn tavoitteena on tehdä ohjelma, jonka avulla Junttanilla voidaan simuloida tuotantoa. Järjestelmän avulla pitää pystyä rakentamaan simulointijonoja, jotka kuvaavat tilauksia. Simulointijonoon kuluva aika täytyy pystyä laskemaan päivälleen oikein ja samalla myös tarkistetaan varaston materiaali tilanne. Lopuksi järjestelmästä nähdään mitä töitä keritään tekemään ajoissa, sekä materiaalien tilanteen. Järjestelmällä täytyy pystyä säätämään kaikkea tuotantoon kuuluvia asioita.

Työn toinen tavoite on tehdä järjestelmästä määrittelydokumentti. Dokumentin täytyy olla niin selkeä, että ulkopuolinenkin ymmärtää mitä toimintoja järjestelmä sisältää ja miten ne toimivat. Määrittelydokumentin avulla ohjelman jatkokehitys ja virheiden etsiminen pitäisi olla paljon helpompaa.

3.2 Riskien hallinta

Taulukko 1 esitellään projektiin kuuluvat riskit. Todennäköisyyden arviointi toimii asteikoilla 0-5, jossa 0 tarkoittaa epätodennäköistä tapahtumaa ja 5 todennäköistä tapahtumaa.

Taulukko 1. Riski analyysi

RISKI	TODENNÄKÖISYYS	PRIORITEETTI	HALLINTAKEINOT
Järjestelmän tiedostot katoavat	0	2	Aina kun järjestelmä muuttuu, niin otetaan varmuuskopiot tiedostoista ja tallennetaan ne verkkolevyille.
Epärealistinen aikataulu	3	1	Projektisuunnitelmaa päivitetään koko ajan projektin edistymisen mukana.
Järjestelmä ei laske oikein päivämääriä	3	3	Järjestelmää testataan Junttanin toimesta ja ilmoitetaan toimiiko laskeminen oikein.
IFS:n tietotyyppiejä muutetaan jolloin ei saada oikeita tietoja järjestelmään	2	4	Järjestelmää pitää päivittää IFS:n mukana.

3.3 Projektin organisaatio

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) nähdään projektiin osallistujat, sekä heidän tehtävät ja yhteystiedot.

Taulukko 2. Projektin organisaatio

NIMI	TEHTÄVÄ	YHTEYSTIEDOT
Pasi Heiskanen	Projektityöntekijä	pasi.j.heiskanen@edu.savonia.fi Puh. 040 741 8623
Juha Petjala	Junttanin yhteyshenkilö	juha.petjala@junttan.fi Puh. 050 554 0216
Sami Lahti	1. Ohjaaja	sami.lahti@savonia.fi Puh. 044 785 6337
Antti Alonen	2. Ohjaaja	antti.alonen@savonia.fi Puh. 044 785 5767

4 TEKNIikka

4.1 Menetelmät

Järjestelmän käyttöliittymä rakennetaan WPF:llä ja ohjelman tietokanta rakennetaan Microsoft SQL Server 2008 R2:lle. Ohjelmointiin käytetään Microsoft Visual Studio 2010. Järjestelmää testataan samalla kun sitä rakennetaan.

4.2 Dokumentointi

Insinööriyöhön kuuluvat dokumentit ovat projektisuunnitelma ja määrittelydokumentti, joita päivitettiin projektin mukana. Suunnitelman päivittämisestä vastaa Pasi Heiskanen, joka hyväksyttää suunnitelman projektin ohjaajilla. Määrittelydokumentti tarkistetaan ja hyväksytään Junttanin puolelta projektin lopuksi.

4.3 Laadun seuranta- ja arviointitavat

Junttanilla testataan järjestelmää aina kun ohjelmaan on tullut iso muutos. Testaamisen jälkeen Junttanilta annetaan tieto mitä ohjelmasta puuttuu ja mitä virheitä on löytynyt. Projektin lopussa järjestelmä testataan kokonaan, jonka jälkeen se annetaan Junttanille tuotantokäyttöön.

Projektin aikana on palavereita, joissa seurataan mikä on tilanne järjestelmän kanssa ja onko tullut tarvetta lisätä jotain uusia ominaisuuksia. Palavereita pidetään sen mukaan miten järjestelmä kehittyy tai Junttanin testauksien jälkeen.

5 VAIHEET, AIKATAULU JA BUDJETTI

5.1 Tarvittavat resurssit

Työn tekemiseen tarvitaan työpiste Junttanilta, josta pääsee kytkeytymään Junttanin verkkoon. Työkoneen käyttöliittymänä täytyy olla vähintäänkin Microsoft Windows XP. Koneessa täytyy olla asennettuna lisensoitu Microsoft Visual Studio 2010. Työkone saadaan Savonialta lainaan.

5.2 Aikataulu

Projektin aikataulu kuvataan Taulukko 3:ssa. Aikataulu voi muuttua projektin aikana, jolloin muutokset päivitetään projektisuunnitelmaan. Järjestelmän välitestauksia ei merkitä taulukkoon, koska ne riippuvat täysin järjestelmän kehittymisestä ja Junttanin puolen aikataulusta.

Taulukko 3. Projektin aikataulu

Työtehtävä	Aloitus	Lopetus
Projektin aloittaminen	3.10.2011	
Järjestelmän toimintojen toteuttamista	3.10.2011	18.5.2012
Insinööriyön seminaari	27.4.2012	27.4.2012
Testausta, virheiden korjaamista ja raportin kirjoittaminen	6.2.2012	21.5.2012
Järjestelmän määrittelyn ja käyttöohjeiden kirjoittaminen	1.5.2012	25.5.2012
Kirjallinen työ valmis	16.5.2012	16.5.2012
Projektin lopettaminen	25.5.2012	25.5.2012

5.3 Kustannusarvio

Projektin tekeminen maksaa ainoastaan stipendin verran, joka riippuu insinööriyön lopullisesta arvosanasta. Projektissa käytettävät työkalut ja ohjelmat ovat ilmaisia. Visual Studioon tarvittava lisenssi saadaan Savonialta.

LÄHTEET

<http://www.junttan.fi/>

